

Restauration des sols cultivés mais dégradation des parcours par l'élevage au Maroc.

Mohamed SABIR¹ et Eric ROOSE²

1. Ecole Nationale Forestière d'Ingénieurs (ENFI), BP 511, Salé, Maroc : miloudsaadia@hotmail.com;

2. Institut de Recherche pour le Développement (IRD), BP 596, 34394 Montpellier, France.
Eric.Roose@ird.fr.

Résumé. Au Maroc, le troupeau constitue l'essentiel de la trésorerie des paysans : il produit le lait, la viande, le cuir mais aussi le fumier qui assure un transfert de fertilité des sols des parcours vers les champs cultivés : les engrais minéraux sont encore peu utilisés par les petits paysans. Cependant, le surpâturage peut avoir des effets négatifs sur la diversité biologique, la couverture végétale, le tassement et l'encroûtement des sols et sur le ruissellement. Les pertes annuelles par minéralisation de l'humus des sols atteignent 1t/ha dans les sols irrigués et 0,65t/ha sur les champs en culture pluviale. Les doses moyennes de fumier dépassent rarement 6,7 t/ha/an (soit 2,3 t de MS/ha et 6,2 millions de tonnes pour les sols cultivés du Maroc). Le fumier, constitué des fèces, de litière et des déchets de l'exploitation, est souvent entassé dans des endroits trop drainés et ensoleillés près de l'étable : desséchés mais mal fermentés, les fumiers perdent une grande partie des éléments fertilisants (N, C, K) tout en conservant un stock de graines d'adventices et de germes de maladies. Pour faire un bon fumier composté, il faudrait ajouter aux fèces de la paille pour stocker l'azote, les urines (riches en N et K) et de l'eau pour faciliter le compostage de la biomasse. Le fumier est apporté aux cultures maraîchères, aux vergers (oliviers et fruitiers) et parfois aux céréales.

Pour atténuer les effets négatifs du pâturage sur les sols et permettre leur conservation, les paysans ont développé des stratégies de gestion des parcours et des troupeaux. Les agdals, les contrats entre éleveurs et agriculteurs et la transhumance entre la montagne et la plaine sont des techniques très efficaces pour le maintien d'un certain équilibre entre les ressources et les prélèvements.

Mots clefs : Elevage au Maroc, Production et nature du fumier, Pratiques paysannes, Agdals, Contrats de fumure.

Abstract. Livestock is an important source of cash for Moroccan farmers: it produces milk, meat, leather and manure. To maintain the soil productivity, poor farmers use mainly manure that provides fertility transfer between grazing land and cultivated fields. However, grazing can have negative effects on biodiversity, vegetation cover, soil compaction & sealing, increasing runoff. The annual loss of humus by mineralization attained 1t/ha of irrigated soils and 0.6 t/ha/year in rainfed areas. The average applied doses were 6.7 tonnes / ha / year (or 6.25 million tons for the cropped fields of Morocco). Manure consists of faeces, some litter and field/home wastes. These organic residues are often crowded in sunny places near the barn: these non-fermented manure lost 70% of their moisture and much of nutrients (N, C, K) but maintains a stock of weed seeds and disease germs. To make good manure should be added to the faeces straw to fix nitrogen and urine plus water to facilitate the transformation of biomass in soil humus manure. Manure is spread especially for grain and vegetable crops and traditional olive orchards. To mitigate the negative effects of grazing on soil and water conservation, farmers have developed strategies for rangeland management. The agdals, manure contracts between farmers and farmers and transhumance between the mountains and the plains which are very efficient techniques for maintaining a certain balance between exportation and nutrients resources.

Keywords: Livestock in Morocco; Production and nature of manure; Farmer practices; Agdals; Contracts between pastoralists and farmers.

1. Problématique.

Au Maroc l'élevage constitue un secteur économique important pour la société rurale et l'environnement (Sraïri, 2011). Le troupeau sert de caisse d'épargne. Il produit lait, viande et cuir et surtout le fumier, souvent le seul engrais à la portée des petits paysans. Du point de vue des éleveurs, « plus les animaux sont nombreux, plus le fumier est abondant et par conséquent plus on peut restaurer la fertilité des sols ». Cet adage n'est vrai que si on dispose de suffisamment de fourrage. La fumure est utilisée intensément quand la pression foncière est élevée. L'importance de la matière organique dans les sols n'est plus à démontrer dans l'amélioration des caractéristiques des sols à différents niveaux en l'occurrence la stabilité de la structure, la porosité, l'infiltration, la rétention et l'économie en eau, et la fertilité chimique (Morel, 1989, Barthès *et al.*, 1999, Roose et Barthès, 2006).

La majorité des paysans sont trop pauvres pour acheter assez d'engrais minéraux pour intensifier la productivité de toutes leurs terres : ils ne disposent que de la biomasse produite sur leurs champs, sur les jachères, sur les bords des routes et les forêts que parcourent leurs troupeaux (transfert de fertilité) (Roose *et al.*, 1999). Cependant, 40 à 60% du carbone et des nutriments des végétaux pâturés sont piégés dans les animaux (viande et os) ou évacués dans l'air (CO_2 , N_2 , NH_4) et ne retournent donc pas dans le sol (Sauvant, 2005). En outre, la biomasse disponible pour le fumier ne fournit que 10 à 30% de la fumure organique qu'il serait nécessaire d'épandre pour maintenir le taux de carbone du sol (Composting, 2008).

En outre, le pâturage entraîne un certain nombre d'effets secondaires sur le milieu (Boutrais, 2000). Les prélèvements et le piétinement animal réduisent la couverture végétale et sa diversité (Sabir *et al.*, 1992), tassent la surface des sols en surface (<2 cm), augmentent le ruissellement et exportent une partie des nutriments de la biomasse. Sabir *et al.* (1994 et 96) ont montré que le surpâturage (2 fois la charge d'équilibre) dans un milieu steppique durant deux années a réduit la capacité d'infiltration d'un sol à texture équilibré de 60% et la couverture végétale de 35 à 16 %. Pour minimiser ces effets secondaires et mieux conserver la végétation et le sol, les paysans ont développé plusieurs techniques de gestion des parcours. La mise en défens temporaire (agdal) et la rotation saisonnière et spatiale de la circulation des troupeaux (transhumance entre la montagne (jbel) et la plaine (azaghar)) sont des techniques très efficaces pour le maintien d'un certain équilibre entre les ressources et les prélèvements.

Dans ce chapitre, se poseront deux questions :

- dans quelle mesure l'élevage contribue-t-il à la dégradation des sols, à l'érosion mais aussi à la conservation de leur fertilité ?
- y a-t-il des pratiques paysannes visant la gestion durable de la fertilité des sols cultivés à travers le transfert de fertilité des parcours par le troupeau ?

2. Le milieu

Au Maroc (71,1 Mha), les terrains de parcours couvrent 92% de la superficie totale. Près de 97% de ces parcours se trouvent en zones arides et semi arides (Oriental, Pré-Sahara, Sahara). Ils sont constitués des zones steppiques (Alfa, armoises), sahariennes (Acacia), semi-arides (arganier, thuya, plaines agricoles) et montagnardes plus humides (forêts de chênes vert, chênes liège, cèdre) (Qarro, 2006).

L'élevage est une source de revenus importante pour la population rurale et également le meilleur moyen pour valoriser les zones pastorales. Il génère 3,5 milliards d'Euros par an, représentant plus de 44 % du chiffre d'affaires agricole. Il contribue fortement au développement économique du pays à travers la création d'emplois. Plus de 2,5 millions de personnes travaillent dans la filière animale. (MAPM, 2004). Le secteur de l'élevage constitue un patrimoine animal important, avec 24 millions de têtes dont 17,5 millions d'ovins, 5,5 millions de caprins, 2,7 millions de bovins, 180.000 de camélins, 160.000 de chevaux, ainsi

que d'un secteur avicole extrêmement développé. En outre, le savoir-faire des professionnels et la diversité des ressources génétiques, représentée par des races adaptées avec les conditions de l'environnement, constituent un atout majeur pour ce secteur (Benlekhal, 2013).

On distingue plusieurs systèmes d'élevage pastoraux :

Le système pastoral extensif : c'est un système dans lequel dominent les parcours naturels (steppiques) qui représentent la principale ressource alimentaire du cheptel. Ils apportent plus de la moitié des besoins annuels des animaux. La complémentation des animaux par les céréales et les sous-produits agricoles reste très limitée et la place des fourrages est quasiment nulle. La contribution des chaumes et des pailles est substantielle après celle des parcours. Ce système est rencontré essentiellement dans les hauts plateaux de l'Oriental, le versant sud du Haut Atlas et les zones sahariennes et présahariennes.

Le système agro-pastoral semi intensif : il se distingue par une contribution importante de l'exploitation agricole à l'affouragement du troupeau (paille, chaumes, orge). Ce système est rencontré dans les grandes régions céréalières (bour) et dans les périmètres irrigués. Les animaux pâturent la journée et rentrent à l'étable le soir. Ce système est localisé dans les régions péri-forestières du Tangérois, de la Maâmora et le Rif et dans les régions d'Elbrouj, Rhamna et Haouz au centre du pays.

Le système sylvo-pastoral extensif : il se distingue par une contribution importante des ressources forestières notamment durant les périodes hivernales. Il correspond aux régions où dominent les parcours forestiers. Ces parcours supportent les troupeaux, notamment caprins et ovins pendant 6 à 12 mois par an en fonction de l'importance de l'espace forestier, et apportent plus de la moitié des besoins des animaux. Les parcs et les écuries des animaux sont souvent localisés au sein de l'exploitation agricole. Le système sylvo-pastoral est rencontré essentiellement dans les écosystèmes forestiers à savoir le Haut et le Moyen Atlas, le Rif et l'arganeraie.

3. Pertes et besoins en matières organiques des sols marocains.

Pour les zones irriguées, le périmètre des Doukkala peut être pris comme exemple. Les taux annuels de perte de matière organique stable (humus) par minéralisation dans les Doukkala varient de 1,9 à 3,3%. Ces valeurs permettent de quantifier la matière organique fraîche qui aurait été apportées ou restituées au sol pour éviter les déperditions observées. En effet, sur la base d'une profondeur de 25 cm et une densité de 1,3 g/cm³, la teneur en MO est d'environ 1,2 %, d'où une quantité de 39 tonnes / hectare. Les pertes annuelles en MO sont estimées à 2,6% soit une perte d'une tonne par hectare et par an, particulièrement en humus stable. Ces pertes peuvent être supérieures pour les cultures légumières (Soudi *et al.*, 2000, Naman *et al.*, 2001).

Dans les zones pluviales (Bours) les pertes en MO sont de 0,65 t/ha/an. Dans ces zones, les paysans utilisent principalement le fumier à la fois comme engrais pour la production agricole et comme amendement carboné du sol. Les doses appliquées sont de 20 tonnes/ha une année sur trois sur les cultures (céréales, fourrages, arboriculture). Etant données que les teneurs en MO sèches dans les fumiers des bovins ou des ovins sont généralement comprises entre 12 et 30 %, l'apport annuel en MO dans ces zones peut être estimé en moyenne à 1,3 tonnes/ha. Contenant uniquement 50% d'humus, cet apport en MO correspondrait à 650 kg/ha d'humus par an (Soudi *et al.*, 2000, Naman *et al.*, 2001).

Le total des besoins annuels des sols au Maroc en matières organiques stable est d'environ 6,25 millions de tonnes de MS. Leur satisfaction constitue une garantie de la durabilité des systèmes agricoles. L'utilisation du fumier, la gestion des résidus des cultures et la mobilisation d'autres sources d'engrais organiques sont des alternatives pour la durabilité des systèmes agricoles diverses du Royaume (Composting, 2008).

4. Etude des fumiers.

4.1. Nature et composition du fumier.

Au Maroc, la litière et les déchets de l'exploitation sont généralement entassés près de l'étable, dans des endroits ensoleillés. Comme ces fèces n'ont pas fermenté suffisamment mais ont perdu 70 % de leur humidité, ces poudrettes ont perdu une bonne partie de l'azote, du carbone et de la potasse (et autres cations solubles) et véhiculent des maladies, des graines d'adventices, des germes contaminant le sol. Les fumiers de bonne qualité sont rares, mais leur influence est favorable sur les rendements : leur lente restitution des nutriments, l'effet positif sur le pH et les autres caractéristiques du sol sont bien connues (Misra *et al.*, 2005). Cependant 40 à 60% du carbone et 20% des nutriments des végétaux pâturés sont piégés dans les animaux (viande et os) ou évacués dans l'air (CO₂, N₂, NH₄) et ne retournent donc pas dans le sol. En outre, la biomasse disponible pour le fumier ne fournit que 10 à 30% de la fumure organique qu'il serait nécessaire d'épandre pour maintenir le taux de carbone du sol (Hamon, 1972 ; Ganry et Badiane, 1998).

Le rapport C/N est de l'ordre de 100 dans les pailles, et évolue jusqu'à 15-20 dans les fumiers compostés et jusqu'à 10 dans l'humus des sols : on perd donc 90% du carbone (donc de l'énergie) accumulé par la végétation. La biomasse microbienne joue un rôle majeur dans la gestion du fumier en voie de compostage. L'alimentation animale stocke une partie importante des nutriments compris dans la biomasse, l'azote N dans le sang et la viande, le phosphore P et le calcium Ca dans les os. En définitive, les micro-organismes qui transforment les résidus en fumier vont réduire la biomasse de 60% et les nutriments de 20% (Voir Guérin dans cet ouvrage au chap. 2.15). Par conséquent, il est clair que le bilan à l'échelle d'une parcelle soumise au parcours est fortement négatif pour les nutriments stockés dans le sol.

Le fumier est constitué par un mélange de litière, de rejets de fourrages et de déjections ayant subi des fermentations plus ou moins poussées à l'étable ou en tas. La composition moyenne du fumier est variable selon les animaux, la nature de la litière, la proportion de paille et de déjections, l'alimentation et le degré de décomposition du fumier. Le traitement des fumiers entraîne une large diversité de la qualité de produits. Pour faire un bon fumier, il faut ajouter aux fèces de la paille pour fixer l'azote et des urines, plus de l'eau pour faciliter la transformation de la biomasse riche en C en fumier composté proche de l'humus du sol. Le fumier est apporté surtout aux cultures maraîchères, céréalières et aux vergers.

Tableau 1 : Composition du fumier des ovins et des bovins au Maroc (Chafia El Alaoui, 2003
(Humidité du fumier : 10 à 30 % d'eau)

Matériaux (kg/tonne)	Fumier d'ovins	Fumier de bovins
Matière organique sèche	280 à 320	120 à 170
Humus	100 à 150	50 à 100
Azote total	8 à 8,5	4 à 5
Phosphore P ₂ O ₅	2 à 2,4	2,5 à 3
Potassium K ₂ O	6,5 à 6,8	5 à 6
Calcium	-	5 à 4,5
Magnésium	-	0,2 à 1

Il est difficile de distinguer la qualité des fumiers produits par diverses espèces animales car les teneurs en nutriments dépendent pour une large part des fourrages ingérés, de la récupération des urines, des conditions de production et de protection du fumier vis-vis du soleil et des pluies.

4.2. Production du fumier.

La quantité potentielle de fumier des principales espèces du cheptel national estimée à partir des mesures directes à la ferme est de 50 à 70 millions de tonnes, mais la production

mobilisable n'atteint que 23 millions de tonnes. Le fumier provenant de l'activité avicole est estimé à 0,4 à 1 million de tonnes par an. Les résultats d'une enquête à l'échelle nationale sur la production du fumier par espèce sont donnés dans le tableau 2. Le fumier est à l'état humide (70 à 90% de MS).

Tableau 2. La quantité de fumier humide (10 à 30% d'eau) produit par type d'animal au Maroc (Composting, 2008 ; Soudi et al., 2000).

Espèces animales	tonnes/tête/an
Bovins	9
Ovins	0,7
Caprins	0,7
Equidés	7
Volaille	14,3 (pour 1000 poules)

La production du fumier est relativement concentrée dans la partie nord et les périmètres irrigués du Royaume. La commercialisation du fumier n'est pas organisée. Le fumier est généralement soit vendu en l'état aux producteurs maraîchers, soit épandu dans les champs sans aucun traitement. Il est caractérisé par son indisponibilité locale et saisonnière, impliquant des prix souvent aléatoires et spéculatifs. Le fumier est souvent exporté des zones de production vers les zones de maraîchage où son utilisation est rentabilisée par les prix souvent élevés des produits maraîchers. Pour la céréaliculture, le fumier utilisé est celui produit au niveau de l'exploitation ou dans la même zone pour éviter les frais de transport. Les besoins en fumier sont très importants, donc le tonnage à transporter est élevé d'où des coûts excessifs. Le prix du fumier varie selon leur qualité de 100 à 200 dirhams la tonne (10 à 20 €/t). La même quantité de nutriments (8N, 2P₂O₅ et 7 K₂O) (17 kg/t de fumier) apportée par le fumier (5,3 dh/kg) coûterait 90 dh. contre 26 dh/kg d'engrais minéraux.

Dans les zones agricoles semi-arides et subhumides (Bour favorable), il faut apporter 2 à 3t/ha/an de fumier sec à l'air pour maintenir le niveau de MO du sol cultivé. Or un ovin produit 300 à 500 kg de poudrette /an dans les parcs pastoraux sans paillage (Chafia El Alaoui, 2003). Donc il faudrait 4 à 10 brebis pour produire le fumier nécessaire pour combler le déficit. S'il faut 1 ha de parcours extensif pour nourrir un ovin, il faut compter 4 à 10 ha de parcours extensifs pour entretenir un ha cultivé. D'après Guérin, Ganry et Roose, en zone tropicale, il faut aussi 3t/ha/an de fumier (MS) soit 5 vaches et 20 ha de parcours, en extensif !!! On constate donc que si le fumier peut aider à entretenir la productivité d'une parcelle, il faut prévoir des apports complémentaires d'engrais minéraux (beaucoup moins lourds que le fumier par unité de nutriment) pour maintenir un bon niveau de production, d'autant plus que, si la terre est carencée en certains éléments nutritifs, le fourrage et le fumier le seront aussi. Les animaux font du transfert de fertilité de la zone de parcours qui ne cesse de s'appauvrir vers les sols où sont concentrées les cultures.

5. Gestion des troupeaux et restauration des sols.

Plusieurs techniques sont mises en œuvre pour maintenir la productivité des sols cultivés ou de certains parcours.

5.1. Les contrats et pactes pastoraux sont une forme de gestion rationnelle : ils se passent généralement oralement entre différentes tribus. Ils ont pour objectif soit d'assurer la complémentarité entre les ressources fourragères en échangeant le droit d'usage, soit de permettre le passage des troupeaux étrangers à travers les finages. Pour les accords portant sur l'échange du « droit d'usage », les parties contractantes précisent le nombre de têtes à accepter et la durée du séjour sur les parcours. Par contre, pour le transit des troupeaux, les contrats précisent la durée de passage et l'itinéraire à suivre. Les troupeaux d'ovins et caprins sont parqués dans des étables (azib) durant la période du contrat. Le fumier produit est transporté vers les champs cultivés, souvent en céréales à grain ou à fourrage.

5.2. Les contrats de fumure entre éleveurs et agriculteurs

Le transport du fumier de la ferme aux champs pose de gros problèmes, surtout quand il s'agit des terrains de montagne en forte pente. Le transport sur les sentiers muletiers ainsi que les difficultés de gardiennage des productions (légumes, fruits) restreignent forcément la fumure organique aux champs voisins des étables et aux petites parcelles maraichères irriguées. Pour contourner ce problème, les paysans ont développé des « contrats de fumure » qui permettent aux éleveurs (nomades) d'installer pendant quelques semaines leur troupeau sur les champs après la récolte, de faire pâturer les résidus de culture (fanés et adventices), mais en contrepartie, les éleveurs s'engagent à garder la nuit les troupeaux sur les champs à fumer. Il reste à l'agriculteur à labourer le champ pour enfouir ces résidus organiques (fèces et urine) faciles à décomposer. C'est le bétail lui-même qui assure le transport et la concentration de la biomasse sous une forme enrichie en nutriments. Traditionnellement, l'élevage est perçu comme le moyen d'entretenir la fertilité du sol grâce à l'apport de fumier : « plus le troupeau est grand et plus de terres seront restaurées ».

5.3. La pratique de l'agdal, nom berbère de mise en défens, fréquent dans toutes les régions montagneuses du Maroc, désigne l'interdiction temporaire d'utiliser un parcours. La mise en repos de l'agdal permet la réhabilitation de la végétation (pastorales ou forestières) et du sol (Qarro *et al.*, 2010 ; Auclair et Alifriqui, 2013). Cette pratique est encore fréquente dans le Haut Atlas où on distingue plusieurs types d'agdals :

- **les agdals**, prairies très riches de petites superficies (quelques centaines de m²) se trouvant soit sur les terrasses fertiles des oueds ou sur les versants pentus non loin d'une séguia ouvertes au pâturage des vaches durant le printemps (production de lait et beurre). Elles sont continuellement irriguées pour permettre le développement d'une végétation fourragère luxuriante (graminées). Les vaches laitières pâturent directement sur les prairies des terrasses des oueds proches des maisons. Elles sont souvent gardées par les femmes et les jeunes filles. Ces endroits constituent une sorte de forum féminin villageois. La végétation des prairies des talus est souvent fauchée et rapportée aux étables par les mêmes femmes. Les périodes d'ouvertures coïncident souvent avec le printemps. Le développement permanent d'une couverture végétale dense, les déjections animales et l'irrigation continue de ces prairies permettent le développement de sols très fertiles ;

- **les agdals**, grandes pelouses les plus productives d'altitudes dont la mise en défens au printemps fournissent de l'herbe aux ovins en période sèche. La couverture végétale permanente permet la stabilisation des sols de ces zones montagneuses. C'est la pratique la plus courante dans le Haut Atlas et le Moyen Atlas ;

- **les agdals**, forêts à dominance de chêne vert riveraines des villages sont mises en défens dans le Haut Atlas. Il s'agit d'une interdiction de toute coupe de bois ou de branches dans ces peuplements. Quand le déplacement des animaux est impossible pour la recherche de l'herbe, le conseil communal (Jmâa) procède à l'ouverture de l'agdal pendant les jours de neige seulement et fixe la quantité de branches à prélever pour nourrir le troupeau en nombre de charges de femme.

Il fixe les dates d'ouverture et de fermeture. Exceptionnellement certaines années, l'ouverture et la fermeture de l'agdal peuvent être décalées de quelques semaines à la demande d'une des Jmâa ayant droits, en raison des besoins du cheptel, de l'état des parcours ou des conditions climatiques (grande sécheresse). Dans la plupart des cas, le nombre et la nature du bétail à accéder sur l'agdal ne sont pas fixés. Toutefois, seule la grande tente est acceptée pour un temps limité, pas d'habitation en dur.

5.4. Gestion des animaux sur les parcelles mises en culture.

La **jachère** permet d'avoir des pâturages verts et riches très tôt dans l'année, juste après les premières pluies d'automne. La règle traditionnelle pratiquée autrefois par les éleveurs-agriculteurs consistait à laisser au moins un quart de la SAU en jachère pour deux raisons principales :

- le repos de la terre et sa fertilisation directe par les animaux ;
- l'offre en fourrage juste après les premières pluies d'automne en raison de la facilité

d'infiltration de l'eau et de la disponibilité des graines dans le sol de diverses espèces des cultures pratiquées et des espèces accompagnatrices.

Actuellement la jachère est presque complètement abandonnée en raison du morcellement des terres (héritage) et de la réduction des terres de parcours collectifs dues à la croissance démographique.

Le parcours sur les chaumes est pratiqué dans le cadre de la complémentarité des ressources alimentaires des terroirs exploités par les différentes tribus. C'est aussi un moyen de fertiliser par le fumier des animaux les terrains de culture étant donné que les éleveurs maintiennent les animaux sur les lieux toute la journée et passent la nuit dans des enclos qui peuvent être déplacés à l'intérieur des terrains parcourus. Actuellement, les parcours de chaumes sont limités aux petits troupeaux en fonction des superficies réduites de la SAU. L'abandon de ces pratiques (jachère et fumure) a conduit à l'appauvrissement des sols cultivés en raison de l'exportation des éléments nutritifs de la récolte des grains et pailles, sans restitution minérale à cause de la pauvreté des petits paysans.

6. Propositions d'amélioration.

Les parcours naturels se caractérisent par le déséquilibre biogéochimique profondément marqué compte tenu d'une exportation continue des nutriments à travers la biomasse exploitée sans restitution adaptée. A ce sujet, on propose pour arrêter le flux des nutriments de :

- Encourager les éleveurs à laisser les animaux ruminer en milieu de la journée sur les parcours.
- Encourager l'établissement des **contrats de fumure** entre les éleveurs et les exploitants agricoles de façon à permettre le pâturage des chaumes et jachères en contre partie des déjections des animaux laissés sur les exploitations agricoles (Roose, 1994 ; Roose et al, 2010).
- Encourager la pratique des parcs mobiles sur les parcelles de céréale après récolte, la pratique des parcs améliorés par apport des résidus de culture et de litières pour les animaux en stabulation (besoin de charrette pour le transport) (Lhoste & Richard, 1994) ;
- Encourager l'enrichissement en légumineuses fourragères arbustives ou non et l'agroforesterie;
- Encourager la collecte de l'urine des animaux sur les parcs de nuit et l'utilisation du purin dans les exploitations agricoles pour l'enrichissement des sols en azote et potasse.

Pour les mises en défens, on propose d'améliorer les agdals par des clôtures, des crochetages associés à des ensemencements d'un mélange de graines (graminées, légumineuses) et des plantations d'arbustes fourragers (*Atriplex*, *Medicago*, *Acacia cyanophylla*).

Dans les parcelles cultivées, on peut proposer l'introduction de haies vives légumineuses (banque de protéines pour les animaux), de brises vents pour améliorer leur productivité, installer des cordons de pierres pour capter le ruissellement et les MO flottantes ainsi que des cuvettes autour des arbres pour améliorer le bilan hydrique et retenir la fumure.

Pour le fumier on peut proposer d'améliorer la quantité produite (agroforesterie) et sa qualité par l'apport de paille et par la récupération de tous les éléments de l'écurie (fèces, litière, urine) les déchets ménagers et les cendres du foyer : il faut en outre le stocker à l'ombre, à l'abri des pluies.

7. Conclusions.

L'élevage constitue un secteur important de l'agriculture marocaine. Il contribue largement au revenu des paysans, constitue une trésorerie facilement accessible et donne du travail à beaucoup de monde. Il joue un rôle environnemental important dans la séquestration du carbone et la durabilité de la production agricole. Les animaux pâturant

dans les jachères, les parcours et les forêts permettent un transfert de fertilité vers les parcelles cultivées des petits paysans. Dans un système d'exploitation harmonieux des parcours (pâturage équilibré), l'élevage permet d'accélérer les cycles biogéochimiques des éléments minéraux et leur transfert vers les terrains agricoles.

Cependant, quand le pâturage est excessif (surpâturage), l'élevage conduit à l'appauvrissement de la végétation (en particulier en plantes fourragères), la dégradation des terrains de parcours et à la réduction de la production de fumier. La couverture végétale est réduite, les sols sont tassés, les taux de matière organique sont réduits et la stabilité structurale des sols est affaiblie. L'infiltration se trouve réduite par l'encroûtement et la compaction des sols, en faveur du ruissellement, agent causal principal de l'érosion hydrique (ravinement). La restauration de la productivité des sols suppose donc la réhabilitation de la couverture végétale, un enrichissement en légumineuses et un apport minéral complémentaire (surtout en phosphates).

On note au Maroc l'existence de plusieurs stratégies et pratiques paysannes de gestions de l'élevage (animaux et parcours) qui permettent une bonne conservation de la végétation et des sols. Les mises en défens (agdals), les contrats de pâture entre tribus et les contrats entre éleveurs et agriculteurs sont des pratiques ancestrales qui ont été efficaces pour la durabilité des systèmes d'exploitation mixtes élevage-agriculture, tant qu'on n'a pas dépassé la capacité de production des parcours.

Références bibliographiques.

- Auclair L., Alifriqui M.** (Eds.). 2013. Agdal, patrimoine socio-écologique de l'Atlas marocain. IRD-IRCAM, Rabat, 646 p.
- Barthès B., Albrecht A., Asseline J., Denoni G., Roose E., 1999.** Relationship between soil erodibility and topsoil aggregate stability or carbon content in a cultivated Mediterranean highland (Aveyron, France). *Comm. Soil Sci. Plant Anal.*, 30 : 1928-38.
- Benlekhal A., 2013.** Le secteur de l'élevage au Maroc : des atouts incontournables et des défis à relever. Ministère de l'agriculture et de la Pêche Maritime, Rabat, 25 p.
- Boutrais J., 2000.** Elevage et érosion en Adamaoua, Cameroun. *Bull. Réseau Erosion* 20 : 204-217.
- Chafai El Alaoui, A. 2003.** Guide des engrais et de la fertilisation. Ecole Nationale d'Agriculture, Meknès, Maroc, 326 p.
- Composting , 2008.** Marché du Compost à base de boues d'épuration des eaux usées au Maroc. Projet MOROCOMP (Life 05 TCY/MA/000141), Rabat, 47p.
- Ganry F., Badiane A., 1998.** La valorisation agricole des fumiers et des composts en Afrique soudano-sahélienne. Diagnostic et perspectives. *Agriculture et Développement*, 18 : 73-80.
- Hamon R., 1972.** L'habitat des animaux et la production d'un fumier de qualité en zone tropicale sèche. *L'AgronomieTropicale*, 27 : 592-607.
- Lhoste P., Richard D., 1994.** Contribution de l'élevage à la gestion de la fertilité à l'échelle du terroir. *Bull. Réseau Erosion* 14 : 463-489.
- MAPM, 2004.** Le recensement général de l'agriculture. Ministère de l'agriculture et la pêche maritime. Rabat, 654 p.
- Misra R.V., Roy R.N. et Hiraoka H., 2005.** Méthodes de compostage au niveau de l'exploitation agricole. Document de travail sur les terres et les eaux N°2, FAO, Rome, 51 p.
- Morel R., 1989.** Les sols cultivés, techniques et documentations. Dynamique de la matière organique. Ed. Lavoisier. Paris, 389p.
- Naman F., Soudi B. et Chiang C. , 2001.** Impact de l'intensification agricole sur le statut de la matière organique des sols en zones irriguées semi-arides du Maroc. *Etudes et Gestion des Sols*, 8, 4 : 269-277.
- Qarro M., 2006.** Le sylvopastoralisme et la gestion durable des écosystèmes naturels arides. In 14th International Soil Conservation Organisation Conference "Water Management and Soil Conservation in Semi-Arid Environments", Marrakech, Morocco, May 14-19 2006, 12p.
- Qarro M., Roose E., Sabir M., 2010.** Zones de parcours au Maroc. In : Roose E., Sabir M. et Laouina A. ,eds. « Gestion durable de l'eau et des sols au Maroc : valorisation des techniques traditionnelles méditerranéennes ». Marseille, IRD Editions, 343 p.
- Roose E., 1994.** Introduction à la Gestion Conservatoire des Eaux et des Sols. *Bull. Pédologique* N° 70, FAO, Rome, 420 p.

- Roose E., Sabir M., Machouri N. et Nafa A., 1999.** Première approche de la GCES au Maroc. 1. Enquête sur les risques de ruissellement et d'érosion à l'échelle de deux terroirs du RIF (région de TETOUAN) : Comparaison du diagnostique des villageois et des scientifiques. Projet PRAD N°99 n°06, Rabat, 25p.
- Roose E., Barthès B., 2006.** Soil carbon erosion and its selectivity at the plot scale in tropical and Mediterranean regions. In "Soil erosion and carbon dynamics" Roose, Lal, Feller, Barthès, Stewart, eds, *Advances in Soil Science*, CRC, Taylor and Francis, Boca Raton, Floride, USA :.55-72.
- Roose E., Sabir M., Laouina A., 2010.** Gestion durable de l'eau et des sols au Maroc. Valorisation des techniques traditionnelles méditerranéennes. Marseille, IRD Editions, 343 p.
- Sabir M., 1994.** Impact du pâturage sur l'état de surface et les propriétés hydrologiques d'un sol brun sub-aride dans un milieu steppique marocain (Aarid, Haute Moulouya), Thèse de Doctorat Es Sciences Agronomiques, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, 194 p.
- Sabir, M., Qarro M., Berkat O. et Merzouk A., 1992.** Effets de la charge animale sur le développement de la végétation dans un milieu steppique: Aarid, Haute Moulouya. *Ann. Rech. For. Maroc*, 26 : 59-67.
- Sabir M., Merzouk A., Berkat O., Roose E., 1996.** Effet de la maximisation du pâturage sur certaines caractéristiques de la surface et la perméabilité d'un sol brun subaride dans un milieu steppique marocain (Aarid, Haute Moulouya). *Bull. Réseau Erosion* 16 : 47-57.
- Sauvant D., 2005.** Principes généraux de l'alimentation animale. Institut national agronomique Paris-Grignon, Département des sciences animales, Paris, 147p.
- Soudi B., Naâman F. et Chiang C.N., 2000.** Problématique de gestion de la matière organique des sols : cas des périmètres irrigués du Tadla et des Doukkala. Séminaire « *Intensification agricole et qualité des sols et des eaux* », Rabat, 2-3 Novembre 2000, 6p.
- Sraïri T.M., 2011.** Le développement de l'élevage au Maroc : succès relatifs et dépendance alimentaire. *Courrier de l'environnement de l'INRA* n° 60 : 91-101.

**Restauration de la productivité
des sols tropicaux et méditerranéens
Contribution à l'agroécologie**

Version préliminaire



Eric ROOSE
Editeur scientifique

IRD Editions
INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DEVELOPPEMENT
MONTPELLIER, JUILLET 2015